

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

PAT-NO: JP408166477A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08166477 A  
TITLE: IN-SOLID NUCLEAR REACTION DEVICE  
PUBN-DATE: June 25, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
ITO, TAKEHIKO  
IWAMURA, YASUHIRO  
GOTO, NOBURO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
mitsubishi heavy ind ltd	N/A

APPL-NO: JP06312045  
APPL-DATE: December 15, 1994

INT-CL (IPC): G21B001/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To clarify the reaction mechanism of nuclear reaction in cathode electrode.

CONSTITUTION: One side of cathode electrode (palladium) 20 contacts electrolyte solution 8 in an electrolysis cell 7 and the other side of the cathode electrode 20 contacts vacuum atmosphere in a vacuum vessel 21, and the electrolysis cell 7 on the electrolysis solution side, the vacuum vessel 21 on the other side and the cathode electrode 20 are closed airtightly to each other. Inside of the vacuum vessel 21 is kept in vacuum of 10<SP>-1</SP>Torr or less and a lead cable is fixed to the cathode electrode 20. With this cathode electrode 20 and the counter anode electrode (platinum) 9, electrolysis of the solution 8 is performed. At this moment, in the vacuum vessel 21, a nuclear product detector, for example a charged particle detector 17 and an X-ray detector 18 is placed and thus, charged particle non-penetrating

in the  
electrolysis solution 8 and X-ray are detected with this nuclear  
product  
detector. To the electrolysis solution side surface and the vacuum  
side  
surface of the cathode electrode 20, terminals 11, 14 of a 4-terminal  
surface  
resistance meter are placed. The surface resistance of this cathode  
electrode  
is measured and the filling factor of heavy hydrogen (D) or light  
hydrogen (H)  
in the cathode electrode 20 is evaluated.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-166477

(43)公開日 平成8年(1996)6月25日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 2 1 B 1/00

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

Y

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-312045

(22)出願日 平成6年(1994)12月15日

(71)出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 伊藤 岳彦

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工株式会社基盤技術研究所内

(72)発明者 岩村 康弘

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工株式会社基盤技術研究所内

(72)発明者 後藤 信朗

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工株式会社基盤技術研究所内

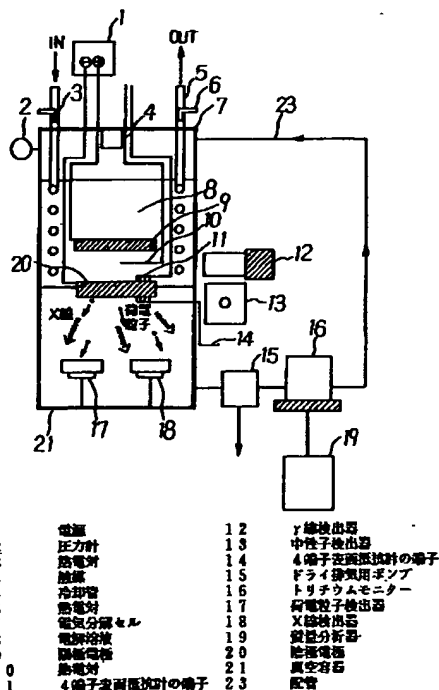
(74)代理人 弁理士 岡本 重文 (外1名)

(54)【発明の名称】 固体内核反応装置

(57)【要約】

【目的】 陰極電極内の核反応の反応機構を解明することができる。

【構成】 陰極電極（パラジウム）20の一側面が電気分解セル7内の電解溶液8に接し、陰極電極20の他側面が真空容器21内の真空雰囲気（真空）に接し、電解溶液側の電気分解セル7と真空側の真空容器21と陰極電極20との間が気密的に閉じられて、真空容器21内が $10^{-1}$  Torr以下の真空に保持され、陰極電極（パラジウム）20にリード線が取り付けられおり、この陰極電極20と対極の陽極電極（白金）9とにより、電解溶液8の電気分解が行われる。その際、真空容器21内には、核生成物検出器、例えば荷電粒子検出器17、X線検出器18が設置されており、電解溶液8内を透過できない荷電粒子、X線がこれらの核生成物検出器により検出される。そして陰極電極（パラジウム）20の電解溶液側表面と真空側表面とに4端子表面抵抗計の端子11、14が設置されており、この陰極電極20の表面抵抗が測定されて、陰極電極20中の重水素（D）あるいは軽水素（H）の充填率が評価される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気分解セルと、真空容器及び排気系と、真空容器内に設けた核生成物検出器と、電気分解セルと真空容器との間を仕切る陰極電極とを有し、電解溶液側の電気分解セルと真空側の真空容器と陰極電極との間を気密的に閉じて、電気分解を行いながら核生成物の検出を同時に行うことを特徴とした固体内核反応装置。

【請求項2】 前記核生成物検出器を少なくとも2つの荷電粒子検出器により構成し、同各荷電粒子検出器の受光面の前側にそれぞれ厚さの異なる箔を設置した請求項1記載の固体内核反応装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、常温核融合エネルギープラントの固体内核反応の反応機構の解明に使用する固体内核反応装置（実験装置）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の固体内核反応装置（実験装置）を図7により説明すると、37が電気分解セル、38が電気分解セル37内の電解溶液（例えばLiOD-重水溶液）、31が電源、32が電気分解セル37中の発熱量を計測するために設置した熱電対、33が閉鎖系での発生熱量の評価に用いるために設置した冷却管、34が電気分解の結果発生した水素と酸素とを水に戻すために設置した触媒、35が陽極電極（白金Pt板）、36が陰極電極（パラジウムPd）で、パラジウムPdを陰極電極とし、白金Pt板を陽極電極とし、電解溶液38の電気分解を行って、パラジウムPd板内に核反応を生じさせる。

【0003】その際、核反応により生成された中性子や $\gamma$ 線粒子を、電気分解セル37外に設置した中性子検出器（ヘリウム3カウンター、NE213等）や $\gamma$ 線検出器（NaI、Geシンシレーションカウンター）（何れも図示せず）により、計測するようになっている。なおこの固体内核反応装置では、実験中、吸蔵のみあるいは放出のみが行われ、連続的に吸蔵放出が行われないので、重水素が陰極電極（パラジウムPd板）中を定常的に移動しない。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】陰極電極（パラジウムPd板）内の核反応の反応機構を解明するためには、中性子、 $\gamma$ 線の計測の他に、核反応の結果生じる荷電粒子および荷電粒子生成に伴うX線の計測が必要不可欠である。ところが前記図7に示す従来の固体内核反応装置では、核反応を起こす陰極電極（パラジウムPd）の周りが電解溶液46で覆われているので、荷電粒子、X線が電解溶液46で吸収され、電解電気分解セル37外へ殆ど出てくることができず、このため、陰極電極（パラジウムPd）内の核反応の反応機構を解明することができないという問題があった。

【0005】本発明は前記の問題点に鑑み提案するものであり、その目的とする処は、陰極電極内の核反応の反応機構を解明することができる固体内核反応装置を提供しようとする点にある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、電気分解セルと、真空容器及び排気系と、真空容器内に設けた核生成物検出器と、電気分解セルと真空容器との間を仕切る陰極電極とを有し、電解溶液側の電気分解セルと真空側の真空容器と陰極電極との間を気密的に閉じて、電気分解を行いながら核生成物の検出を同時に行うことを特徴としている（請求項1）。

【0007】前記固体内核反応装置において、核生成物検出器を少なくとも2つの荷電粒子検出器により構成し、同各荷電粒子検出器の受光面の前側にそれぞれ厚さの異なる箔を設置してもよい（請求項2）。

## 【0008】

【作用】本発明の固体内核反応装置は前記のように構成されており、陰極電極（パラジウム）の側面が電気分解セル内の電解溶液に接し、陰極電極の他側面が真空容器内の真空雰囲気（真空）に接し、電解溶液側の電気分解セルと真空側の真空容器と陰極電極との間が気密的に閉じられて、真空容器内が $10^{-1}$ Torr以下の真空に保持され、陰極電極（パラジウム）にリード線が取り付けられ、この陰極電極と対極の陽極電極（白金）とにより、電解溶液の電気分解が行われる。その際、真空容器内には、核生成物検出器、例えば荷電粒子検出器、X線検出器が設置されており、電解溶液内を透過できない荷電粒子、X線がこれらの核生成物検出器により検出される。そして陰極電極（パラジウム）の電解溶液側表面と真空側表面とに4端子表面抵抗計の端子が設置されており、この陰極電極の表面抵抗が測定されて、陰極電極中の重水素（D）あるいは軽水素（H）の充填率が評価される。このように陰極電極の他側面が真空雰囲気（真空）に接し、真空容器内に核生成物検出器が設置されているので、電気分解中に陰極電極から放出される核反応生成物のうち、電解溶液を透過できない軟X線、荷電粒子が電解溶液に妨げられずに計測可能になる。因みに軟X線の場合、6KeV以下では、従来装置の場合、最低限存在する1mmの水を殆ど透過できない（第4図参照）が真空中では、障害物がないので、略100%透過できるようになる。また荷電粒子の場合、1MeV~10MeVの $\alpha$ 粒子であれば、従来装置の場合、透過できる飛程が1mm以下であり、大気圧750Torrの空気中においても、数mm~10cmであるのに対して、比較的真空度の悪い10Torrでも、数10cm~数mも透過できるようになる（第5図参照）。

## 【0009】

【実施例】次に本発明の固体内核反応装置の一実施例を図1に示す一実施例により説明すると、1が電源、2が

圧力計、3が熱電対、4が触媒、5が冷却管、6が熱電対、7が電気分解セル、8が電解溶液、9が陽極（白金Pt板）、10が熱電対、11が4端子表面抵抗計の端子、12が $\gamma$ 線検出器、13が中性子検出器、14が4端子表面抵抗計の端子、15がドライ排気用ポンプ、16がトリチウムモニター、17が荷電粒子検出器、18がX線検出器、19が質量分析器、20が陰極電極（パラジウムPd）、21が真空容器、23が配管である。

【0010】本固体内核反応装置は電気分解を行いながら、核生成物の検出を同時に行う装置であって、電気分解セル7と、真空容器21及び排気系15、23と、真空容器21内に設けた核生成物検出器（X線検出器（CdTe、フォトディテクター、ガスカウンター等）18と、2つの荷電粒子検出器（SSB）17）とを設置している。

【0011】また本固体内核反応装置は、上記核生成物検出器の他に、電気分解セル7と真空容器21との間を仕切る陰極電極（パラジウムPd）20を有し、電解溶液8側の電気分解セル7と真空側の真空容器21と陰極電極20との間をOリング27（図2参照）により気密的に完全に閉じて、真空容器21内を $10^{-1}$  Torr以下の真空に保持する。

【0012】陰極電極20のパラジウムPdには、25mm×25mm×1mmのものを用いている。この陰極電極（パラジウムPd）20に図2に示すようにPtリード線24をスポット溶接している。図2の25、26はテフロンフランジである。また陰極電極（パラジウムPd）20中の重水素あるいは軽水素の充填率を評価するため、図1、図2に示すように陰極電極（パラジウムPd）20の電解溶液8側表面に4端子表面抵抗計測用端子11を設置している。同様に陰極電極（パラジウムPd）20の真空側表面に4端子表面抵抗計測用端子14を設置している。

【0013】陰極電極20には、パラジウムPdを用いるが、その他、金属（Ti、Ni、V、Cu、等）あるいは合金を使用してもよい。対極の陽極電極10には、白金Ptを用いて、溶液の電気分解を行う。電気分解を行う電解溶液8には、主としてLiOD-重水溶液を用いるが、その他、LiOH-軽水溶液、NaOH-軽水溶液、D<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-重水溶液、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-軽水溶液、Na<sub>2</sub>O・2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（4ホウ酸ナトリウム）-軽水溶液等の電解溶液を使用してもよい。

【0014】電気分解セル7に注入した電解溶液8中の温度を計測するために、電解溶液8中に熱電対10を設置している。電気分解セル7は、開放系であっても、閉鎖系であってもよいが、閉鎖系の場合には、電気分解セル7中の上部に白金触媒4等を設置して、電気分解の結果発生した水素と酸素とを水に戻すようにする。

【0015】電気分解セル7中の冷却管5は、閉鎖系での発生熱量の評価に用いるために設置している。冷却管

5のセル入口と出口とには、熱電対3、6を設置するか、冷却管5の冷却水の流量を計測する流量計を設置して、これにより電気分解セル7中の発熱量を計測するようにしている。

【0016】電気分解セル7及び真空容器21の外側には、これらを透過してくる中性子、 $\gamma$ 線を計測するための中性子検出器（<sup>3</sup>Heカウンター、NE213シンチレータ等）13、 $\gamma$ 線検出器（NaIシンチレータ、Ge検出器等）12を設置している。真空容器21内に発生するガスは、排気用ポンプ（ドライポンプ等）15を用いて排出し、配管操作によりガスをトリチウムモニター16へ送り込む。このトリチウムモニター16内には、トリチウム量を計測するモニターを設置している。閉鎖系の場合は、上記ガスを電気分解セル7へ再び送り込めるように配管23を設置している。

【0017】トリチウムモニター16には、放出ガスを分析するために、排気系を具えた質量分析計19を設置している。荷電粒子検出器（SSB）17は、最底2台設置して、荷電粒子の種類とエネルギーとを決定するようにしている。即ち、図6に示すように各荷電粒子検出器17を筒28により取り囲み、各荷電粒子検出器17の受光面の前側にそれぞれ厚さの異なるアルミニウム箔（厚さは1 $\mu$ m～20 $\mu$ m）29を設置している。このように厚さの異なるアルミニウム箔29を設置する理由は、例えば2系統の荷電粒子検出器17で2 $\mu$ mと5 $\mu$ mとの異なった厚さのアルミニウム箔29を使って荷電粒子を同時に計測した場合、2つの信号の減衰の仕方から荷電粒子の種類とエネルギーとを決定することができるからである。

【0018】電気分解セル7は、内径 $\phi$ 70mm、深さ150mmのテフロン製である。電解溶液8には、1規定のLiOD重水溶液を使用し、冷却水温度は、室温と同じ25℃にしている。陰極電極20のパラジウムPdは、25mm×25mm×1mmのものを用い、これにPtリード線をスポット溶接した。

【0019】真空容器21には、内径 $\phi$ 200mm、高さ200mmの円筒形チャンバーを使用している。真空排気系のドライ真空ポンプ15には、排気速度が500 l/minのもの（三菱重工製DS-500L）を使用している。荷電粒子検出器17は、ORTEC社製RシリーズのSSBを2台使用し、受光面の前に2 $\mu$ mのAl箔を設置した。

【0020】X線検出器18には、CdTe検出器を使用した。中性子検出器13には、<sup>3</sup>Heカウンターを用い、厚さ5cmのポリエチレンで覆ったモジュレーターを使用した。 $\gamma$ 線検出器12には、NaIを使用し、先端が電気分解セル7の外壁にほぼ接する位置に設置した。

【0021】陰極電極（パラジウムPd）（試料）は、アセトン、純水で洗浄し、重水素吸蔵によるパラジウム

Pdの体積膨張による真空の破れを防ぐため、予めガス中で重水素を吸蔵し、吸蔵率D/Pd=0.6程度までの試料として作成し、本固体内核反応装置に設置して、電気分解セル7に電解溶液8を注入し、Arガスにより15分間バブリング後、通電を開始し、定電流電源2Aで2週間保持した。真空容器21は、試料のセットと同時に真空引きを開始して、 $10^{-2}$ Torr台を維持した。

【0022】電気分解開始後、約24時間で吸蔵率D/Pd・0.82に到達し、その後、一定の値を保ち続けた。この間、各荷電粒子検出器17、X線検出器18を動作させて、各荷電粒子計測器17の出力を波高分析した結果、荷電粒子の発生と考えられるピークが得られた(第3図参照)。これは、陰極電極(パラジウムPd)(試料)から放出された荷電粒子が従来装置と異なり、障害物のない真空中を減衰することなく各荷電粒子計測器17へ到達したためである。

【0023】

【発明の効果】本発明の固体内核反応装置は前記のように陰極電極の一側面が電気分解セル内の電解溶液に接し、陰極電極の他側面が真空容器内の真空雰囲気へ接し、電解溶液側の電気分解セルと真空側の真空容器と陰極電極との間が気密的に閉じられて、真空容器内が $10^{-1}$ Torr以下の真空に保持され、陰極電極と対極の陽極電極とにより、電解溶液の電気分解を行う。その際、真空容器内に核生成物検出器(例えば荷電粒子検出器、X線検出器)を設置しているので、電解溶液内を透過できない荷電粒子、X線を核生成物検出器により検出でき、陰極電極内の核反応の反応機構を解明することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体内核反応装置の一実施例を示す縦断側面図である。

【図2】同固体内核反応装置の陰極電極の詳細を示す縦

断側面図である。

【図3】同固体内核反応装置の荷電粒子検出器の波高分析結果を示す説明図である。

【図4】厚さ1mmの水の層を透過するX線の透過率を示す説明図である。

【図5】 $\alpha$ 粒子のエネルギーに対する飛程を示す説明図である。

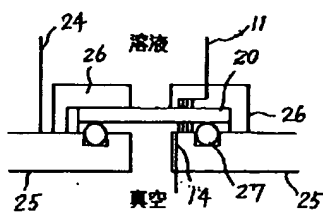
【図6】荷電粒子検出器の詳細を示す縦断側面図である。

【図7】従来の固体内核反応装置を示す縦断側面図である。

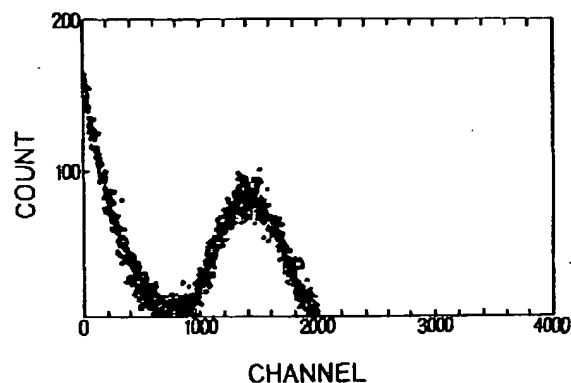
【符号の説明】

- |    |               |
|----|---------------|
| 1  | 電源            |
| 2  | 圧力計           |
| 3  | 熱電対           |
| 4  | 触媒            |
| 5  | 冷却管           |
| 6  | 熱電対           |
| 7  | 電気分解セル        |
| 8  | 電解溶液          |
| 9  | 陽極電極          |
| 10 | 熱電対           |
| 11 | 4端子表面抵抗計の端子   |
| 12 | $\gamma$ 線検出器 |
| 13 | 中性子検出器        |
| 14 | 4端子表面抵抗計の端子   |
| 15 | ドライ排気用ポンプ     |
| 16 | トリチウムモニター     |
| 17 | 荷電粒子検出器       |
| 18 | X線検出器         |
| 19 | 質量分析器         |
| 20 | 陰極電極          |
| 21 | 真空容器          |
| 23 | 配管            |

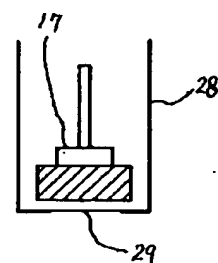
【図2】



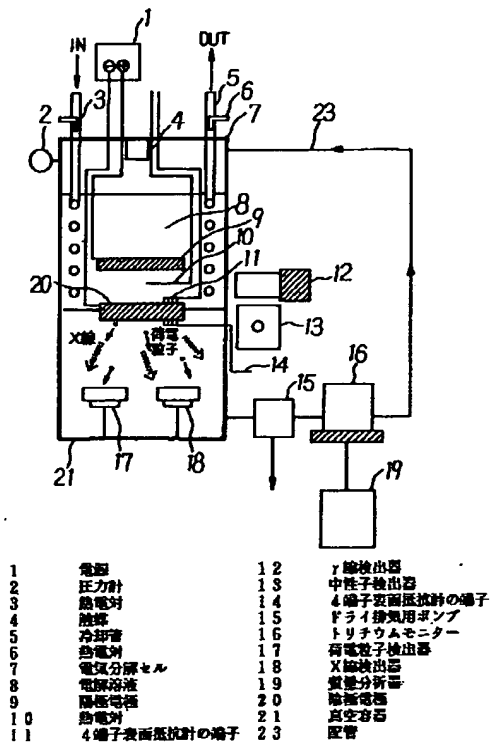
【図3】



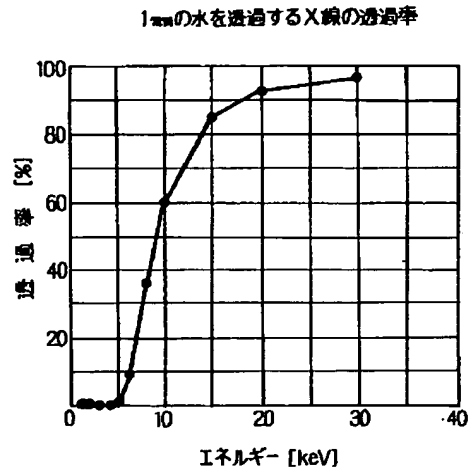
【図6】



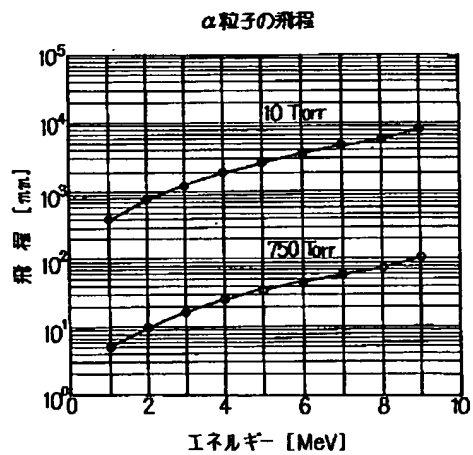
【図1】



【図4】



【図5】



【図7】

